

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 2 月 1 2 日
Date of Application:

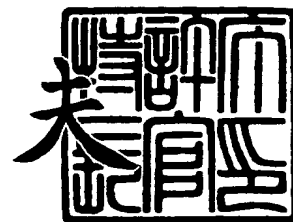
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 3 3 7 3 9
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 3 3 7 3 9]

出 願 人 本 田 技 研 工 業 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 1 月 1 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 H102362001

【提出日】 平成15年 2月12日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B62D 5/04
G01L 5/22

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央 1 丁目 4 番 1 号
株式会社本田技術研究所内

【氏名】 清水 康夫

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央 1 丁目 4 番 1 号
株式会社本田技術研究所内

【氏名】 中村 義人

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央 1 丁目 4 番 1 号
株式会社本田技術研究所内

【氏名】 末吉 俊一郎

【特許出願人】

【識別番号】 000005326

【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064414

【氏名又は名称】 磯野 道造

【電話番号】 03-5211-2488

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015392

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9713945

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 回転トルク検出機構及び電動パワーステアリング装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転自在に支持され、その一端部が外部と連結された回転軸と、前記回転軸の表面に設けられ、前記回転軸に作用する回転トルクの大きさ及び方向に応じて透磁率が変化する磁歪膜と、前記回転軸と対向して配置され、前記磁歪膜を励磁する励磁回路と、前記回転軸と対向して配置され、前記磁歪膜の透磁率の変化を電氣的に検出する検出回路とを備え、前記磁歪膜の透磁率の変化を前記検出回路で検出することによって、前記回転軸に作用する回転トルクの大きさ及び方向を検出するように構成された回転トルク検出機構であって、

前記回転軸の一端部を自由端とし、前記回転軸の他端部を支持したことを特徴とする回転トルク検出機構。

【請求項 2】 前記一端部の周囲に、前記一端部と摺動自在に弾性体を配置したことを特徴とする請求項 1 に記載の回転トルク検出機構。

【請求項 3】 前記一端部の周囲に、前記一端部と所定の隙間を隔てて軸受けを配置したことを特徴とする請求項 1 に記載の回転トルク検出機構。

【請求項 4】 回転自在に支持され、その一端部が外部と連結された回転軸と、前記回転軸の表面に設けられ、前記回転軸に作用する回転トルクの大きさ及び方向に応じて透磁率が変化する磁歪膜と、前記回転軸と対向して配置され、前記磁歪膜を励磁する励磁回路と、前記回転軸と対向して配置され、前記磁歪膜の透磁率の変化を電氣的に検出する検出回路とを備え、前記磁歪膜の透磁率の変化を前記検出回路で検出することによって、前記回転軸に作用する回転トルクの大きさ及び方向を検出するように構成された回転トルク検出機構であって、

前記磁歪膜の厚さを $30\ \mu\text{m}$ 以下に規定したことを特徴とする回転トルク検出機構。

【請求項 5】 運転者がステアリングホイールを回転操作した際に、車両のステアリング系に作用する回転トルクの大きさ及び方向を検出する回転トルク検出機構と、補助トルクを発生する電動機とを備え、前記回転トルク検出機構での検出結果に応じた補助トルクを電動機で発生し、その補助トルクを前記ステアリ

ング系に付加するように構成された電動パワーステアリング装置であって、
前記回転トルク検出機構として請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の
回転トルク検出機構を用いたことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、回転自在に支持された回転軸に作用する回転トルクの大きさ及び方向を検出する回転トルク検出機構、及び回転トルク検出機構を備えた電動パワーステアリング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、運転者がステアリングホイール（ハンドル）を回転操作した際に、運転者の操舵力を軽減し、運転者に対して快適な操舵感を与えるための電動パワーステアリング装置が広く用いられている。この種の電動パワーステアリング装置は、運転者がハンドルを回転操作した際に、車両のステアリング系に作用する回転トルク（操舵トルク）の大きさ及び方向を回転トルク検出機構で検出し、回転トルク検出機構での検出結果に応じた補助トルクを電動機で発生し、その補助トルクをステアリング系に付加するように構成されている。

【0003】

図 11 は、従来の電動パワーステアリング装置に含まれる回転トルク検出機構 300 を示す断面図である。図 11 に示すように、回転トルク検出機構 300 は、いわゆる磁歪式トルクセンサであり、回転自在に支持された回転軸 310 と、回転軸 310 の表面に設けられ、回転軸 310 に作用する回転トルクの大きさ及び方向に応じて透磁率が変化する磁歪膜 320 A、320 B と、磁歪膜 320 A、320 B に交流電流を印加する励磁回路 330 A、330 B と、励磁回路 330 A、330 B と対向して配置され、磁歪膜 320 A、320 B の透磁率の変化を電気的に検出する検出回路 340 A、340 B とを備えており、磁歪膜 320 A、320 B の透磁率の変化を検出回路 340 A、340 B で検出することにより、回転軸 310 に作用する回転トルクの大きさ及び方向を検出するように構成

されている。なお、図 11 では、励磁回路 330A と検出回路 340A、及び励磁回路 330B と検出回路 340B は、それぞれまとめて表示している。

【0004】

なお、図 11 における、符号 410 は図示しないタイロッド及びナックルを介して転舵輪としての左右の前輪（図示せず）に連結されるラック軸、符号 420 は補助トルクを発生する電動機、符号 430 は電動機 420 で発生した補助トルクを倍力して回転軸 310 に伝達する減速機構、符号 440 は回転トルク検出機構 300 の各部やラック軸 410 等を収納するハウジングである。

【0005】

そして、回転軸 310 の上端部 310a は、図示しないステアリングシャフト及び自在軸継手を介してステアリングホイール（図示せず）に連結されている。また、回転軸 310 の下端部 310b にはピニオン 311 が形成されており、下端部 310b のピニオン 311 は、ラック軸 410 に形成されたラック 411 と噛み合ってラックアンドピニオン機構 450 を構成している。また、回転軸 310 の上端部 310a、下端部 310b 及び中間部 310c は、軸受け 350、軸受け 360 及び軸受け 370 によってそれぞれ回転自在に支持されている。励磁回路 330A、330B 及び検出回路 340A、340B は、回転軸 310 の上端部 310a を支持する軸受け 350 と、回転軸 310 の中間部 310c を支持する軸受け 360 との間に配置されている。また、減速機構 430 は、励磁回路 330A、330B 及び検出回路 340A、340B と、軸受け 360 との間に配置されている。

【0006】

この種の従来技術としては、例えば、特許文献 1 に開示されている「トルク検出装置及びトルク検出装置を搭載した電動パワーステアリング装置」がある。なお、特許文献 1 における「トルク検出装置」は、前記した回転トルク検出機構に相当する。

【0007】

【特許文献 1】

特開 2002-257648 号公報（第 10 - 11 頁、第 6 図）

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前記した従来の回転トルク検出機構 300 では、回転軸 310 の上端部 310 a、中間部 310 c 及び下端部 310 b は、軸受け 350、軸受け 360 及び軸受け 370 によってそれぞれ支持されているので、外部から回転軸 310 に力 F1 及び力 F2 が加わると、回転軸 310 には曲げモーメントが作用するため、各軸受け間で撓みが発生する（図 12（a）及び図 12（b）参照）。そのため、従来の回転トルク検出機構 300 では、回転トルクの検出時に、前記曲げモーメントの大きさも検出されるため、回転軸 310 に作用する回転トルクの大きさ及び方向を精度良く検出することができないという問題があった。なお、力 F1 は、ラック軸 410 から回転軸 310 の軸方向に垂直に加わる力であり、力 F2 は、減速機構 430 から回転軸 310 の軸方向に垂直に加わる力である。

【0009】

また、図 12（b）に示すように、回転軸 310 の上端部 310 a と中間部 310 c との間では、回転軸 310 に作用する曲げモーメントの大きさが、回転軸 310 の軸方向の各位置において異なっているため、回転軸 310 の軸方向に配置された検出回路 340 A、340 B ではそれぞれ検出値が異なる。そのため、回転軸 310 に作用する回転トルクの大きさ及び方向を精度良く検出することができないという問題があった。

【0010】

また、回転軸 310 の表面に設けられる磁歪膜 320 の厚さが回転軸 310 の周方向によって異なると、磁歪膜 320 の厚さの差に起因して、回転軸 310 の周方向の各位置における検出回路 340 A（340 B）の検出値が異なるという問題があった。つまり、回転軸 310 に作用する回転トルクの大きさ及び方向を精度良く検出することができないという問題があった。

【0011】

そこで、本発明は、回転軸に作用する回転トルクの大きさ及び方向を精度良く検出することができる回転トルク検出機構、及び回転トルク検出機構を備えた電

動パワーステアリング装置を提供することを課題とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するため、請求項1に記載の回転トルク検出機構は、回転自在に支持され、その一端部が外部と連結された回転軸と、前記回転軸の表面に設けられ、前記回転軸に作用する回転トルクの大きさ及び方向に応じて透磁率が変化する磁歪膜と、前記回転軸と対向して配置され、前記磁歪膜を励磁する励磁回路と、前記回転軸と対向して配置され、前記磁歪膜の透磁率の変化を電氣的に検出する検出回路とを備え、前記磁歪膜の透磁率の変化を前記検出回路で検出することによって、前記回転軸に作用する回転トルクの大きさ及び方向を検出するように構成された回転トルク検出機構であって、前記回転軸の一端部を自由端とし、前記回転軸の他端部を支持したことを特徴とする。

【0013】

請求項1に記載の回転トルク検出機構によれば、回転軸の一端部を自由端とし、回転軸の他端部を支持するように構成したので、外部から回転軸に対して軸方向に垂直に働く力が加わった際に、回転軸における一端部側では、撓みが発生した場合でも、曲げモーメントは作用しない。したがって、外部から回転軸に軸方向に垂直に働く力が加わった際でも、曲げモーメントによる影響を受けないので、回転軸に作用する回転トルクの大きさ及び方向を精度良く検出することができる。なお、磁歪膜を励磁する励磁回路としては、例えば、交流又は矩形波電圧を出力する回路を用いることができる。

【0014】

また、請求項2に記載の回転トルク検出機構は、請求項1に記載の回転トルク検出機構において、前記一端部の周囲に、前記一端部と摺動自在に弾性体を配置したことを特徴とする。

【0015】

請求項2に記載の回転トルク検出機構によれば、回転軸の一端部の周囲に、一端部と摺動自在に弾性体を配置したので、回転軸の剛性が低下し、回転軸の曲げ共振周波数が低下した場合でも、弾性体が回転軸の一端部と接触することによっ

て、回転軸に生じる曲げ共振の振幅を減衰させることができる。そのため、回転軸の剛性が低下し回転軸の曲げ共振周波数が低下した場合でも、回転軸に生じる曲げ共振による曲げモーメントの増大を抑制することができるので、過大なトルク検出信号を出力することはない。したがって、回転軸に作用する回転トルクの大きさ及び方向を精度良く検出することができる。

【0016】

また、請求項3に記載の回転トルク検出機構は、請求項1に記載の回転トルク検出機構において、前記一端部の周囲に、前記一端部と所定の隙間を隔てて軸受けを配置したことを特徴とする。

【0017】

請求項3に記載の回転トルク検出機構によれば、回転軸の一端部の周囲に、一端部と所定の隙間を隔てて軸受けを配置したので、外部から回転軸に対して軸方向に垂直に働く力が過大に加わり、回転軸がその軸方向に所定以上撓もうとした場合でも、回転軸を軸受けによって支持することができる。したがって、回転軸がその軸方向に所定の隙間以上撓むことがないので、回転軸が塑性変形するのを防止することができる。

【0018】

また、請求項4に記載の回転トルク検出機構は、回転自在に支持され、その一端部が外部と連結された回転軸と、前記回転軸の表面に設けられ、前記回転軸に作用する回転トルクの大きさ及び方向に応じて透磁率が変化する磁歪膜と、前記回転軸と対向して配置され、前記磁歪膜を励磁する励磁回路と、前記回転軸と対向して配置され、前記磁歪膜の透磁率の変化を電氣的に検出する検出回路とを備え、前記磁歪膜の透磁率の変化を前記検出回路で検出することによって、前記回転軸に作用する回転トルクの大きさ及び方向を検出するように構成された回転トルク検出機構であって、前記磁歪膜の厚さを $30\mu\text{m}$ 以下に規定したことを特徴とする。

【0019】

請求項4に記載の回転トルク検出機構によれば、磁歪膜の厚さを $30\mu\text{m}$ 以下に規定したことにより、磁歪膜の膜厚のばらつきによって回転軸の回転位置によ

る磁歪膜の透磁率が変動しても、磁歪膜の厚さが十分薄く形成されているため、検出トルクの変動を抑えることができる。したがって、この回転トルク検出機構を車両の電動パワーステアリング装置に適用した場合、運転時における運転者の操舵感（操舵フィーリング）を良好なレベルに保つことができる。

【0020】

そして、請求項5に記載の電動パワーステアリング装置は、運転者がステアリングホイールを回転操作した際に、車両のステアリング系に作用する回転トルクの大きさ及び方向を検出する回転トルク検出機構と、補助トルクを発生する電動機とを備え、前記回転トルク検出機構での検出結果に応じた補助トルクを電動機で発生し、その補助トルクを前記ステアリング系に付加するように構成された電動パワーステアリング装置であって、前記回転トルク検出機構として請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の回転トルク検出機構を用いたことを特徴とする。

【0021】

請求項5に記載の電動パワーステアリング装置によれば、車両のステアリング系に作用する回転トルク（操舵トルク）の大きさ及び方向を検出する回転トルク検出機構として請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の回転トルク検出機構を用いたので、運転者がステアリングホイールを回転操作した際に、車両のステアリング系に作用する回転トルクの大きさ及び方向を精度良く検出することができる。その結果、運転者の操舵感（操舵フィーリング）を向上させることができる。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る回転トルク検出機構及び電動パワーステアリング装置の実施の形態について、適宜図面を参照して詳細に説明する。なお、回転トルク検出機構は、車両のステアリング系に設けられた電動パワーステアリング装置に含まれる。

【0023】

まず、車両のステアリング系100と、ステアリング系100に設けられた電

動パワーステアリング装置 200 とについて、図 1、図 2 及び図 3 を参照して詳しく説明する。参照する図面において、図 1 は、車両のステアリング系 100 と、ステアリング系 100 に設けられた電動パワーステアリング装置 200 とを模式的に示した図である。また、図 2 は、図 1 に示した電動パワーステアリング装置 200 を示す部分破断断面図である。また、図 3 は、図 2 における A-A 線断面図である。

【0024】

図 1 に示すように、ステアリング系 100 は、ステアリングホイール（ハンドル）110 にステアリングシャフト（シャフト）120 及び自在軸継手 130、130 を介して回転軸 140 が連結され、回転軸 140 にラックアンドピニオン機構 150 を介してラック軸 160 が連結されて構成されている。そして、ラック軸 160 の両端には、タイロッド 170 及びナックル 180 を介して、転舵輪としての左右の前輪 W がそれぞれ連結されている。

【0025】

ラックアンドピニオン機構 150 は、図 3 に示すように、回転軸 140 の下端部 140 a に形成されたピニオン 141 と、ラック軸 160 に形成されたラック 161 とを噛み合わせた機構であり、回転軸 140 の回転運動をラック軸 160 の軸方向の直線運動に変換するように構成されている。また、図 1 及び図 2 に示すように、ラック軸 160 の両端にはボールジョイント 190、190 が結合されており、ボールジョイント 190、190 には前記したタイロッド 170、170 が連結されている。このように構成されたステアリング系 100 によれば、運転者がハンドル 110 を回転操作することにより、左右の前輪 W、W を転舵させることができる。

【0026】

電動パワーステアリング装置 200 は、運転者がハンドル 110 を回転操作した際に、ハンドル 110 に連結された回転軸 140 に補助トルクを付加し、運転者の操舵力を軽減させるための装置である。この電動パワーステアリング装置 200 は、図 1 に示すように、運転者がハンドル 110 を回転操作した際に、回転軸 140 に作用する回転トルク（操舵トルク）の大きさ及び方向を検出する回転

トルク検出機構 210 と、補助トルクを発生する電動機 220 と、電動機 220 で発生した補助トルクを倍力して回転軸 140 に伝達する減速機構 230 と、回転トルク検出機構 210 での検出結果に応じた補助トルクを発生するように電動機 220 を制御する制御部 240 とを備えて構成されている。

【0027】

減速機構 230 は、図 3 に示すように、電動機 220 の駆動軸 221 に形成されたウォーム（駆動ギア） 231 と、回転軸 140 に結合されたウォームホイール（従動ギア） 232 とを噛み合わせた機構であり、電動機 220 で発生した補助トルクを、ウォーム 231 及びウォームホイール 232 を介して回転軸 140 に伝達するように構成されている。なお、電動機 220 で発生した補助トルクは、ウォーム 231 とウォームホイール 232 とのギア比に応じて倍力される。

【0028】

制御部 240 は、例えばコンピュータからなり、後記する回転トルク検出機構 210 の検出回路 214 A, 214 B（図 3 参照）での検出値に基づいて回転軸 140 に作用する回転トルクの大きさ及び方向を求め、その求めた回転トルクの大きさ及び方向に応じた補助トルクを発生するように電動機 220 を制御する。

【0029】

そして、図 3 に示すように、回転軸 140、ラックアンドピニオン機構 150、回転トルク検出機構 210、減速機構 230 などは、上ハウジング 250 A と下ハウジング 250 B とからなるハウジング 250 内に収納されている。また、下ハウジング 250 B には電動機 220 が取り付けられている。また、回転軸 140 の上端部 140 b は、上ハウジング 250 A の上部から外部に突出しており、ステアリングシャフト 120 及び自在軸継手 130、130 を介してハンドル 110 に連結されている（図 1 参照）。

【0030】

以上のように構成された電動パワーステアリング装置 200 によれば、運転者がハンドル 110 を回転操作した際に、回転軸 140 に作用する回転トルク（操舵トルク）の大きさ及び方向を回転トルク検出機構 210 で検出し、その検出結果に応じた補助トルクを電動機 220 で発生させることができる。そして、電動

機 220 で発生した補助トルクを減速機構 230 で倍力して回転軸 140 に伝達することにより、回転軸 140 に補助トルクを付加し、運転者の操舵力を軽減することができる。

【0031】

(第 1 の実施の形態)

次に、回転トルク検出機構の第 1 の実施の形態について、図 3 及び図 4 を参照して詳しく説明する。なお、第 1 の実施の形態に係る回転トルク検出機構は、特許請求の範囲における請求項 1 及び請求項 4 に記載の回転トルク検出機構に相当する。参照する図面において、図 3 は、第 1 の実施の形態に係る回転トルク検出機構 210 を示す図であり、図 2 における A-A 線断面図である。また、図 4 (a) は、回転軸 140 に力 F1, F2 を加えた際に回転軸 140 に生じた撓みを模式的に示す図であり、図 4 (b) は、そのときに回転軸 140 に作用する曲げモーメントを示す曲げモーメント線図である。

【0032】

図 3 に示すように、回転トルク検出機構 210 は、ステアリングシャフト 120 及び自在軸継手 130, 130 を介してハンドル 110 に連結される回転軸 140 (図 1 参照) と、回転軸 140 の下端部 140a を回転自在に支持する第 1 の軸受け 211 と、回転軸 140 の中間部 140c を回転自在に支持する第 2 の軸受け 212 と、回転軸 140 における上端部 140b 側と中間部 140c との間に回転軸 140 と対向して配置され、後記する磁歪膜 142A, 142B に交流電圧を印加して磁歪膜 142A, 142B を励磁する励磁回路 213A, 213B と、前記磁歪膜 142A, 142B の透磁率の変化を電氣的に検出する検出回路 214A, 214B とを備えて構成されている。図 3 では、励磁回路 213A と検出回路 214A、及び励磁回路 213B と検出回路 214B は、それぞれまとめて表示している。なお、回転軸 140 の上端部 140b は、特許請求の範囲における「一端部」に相当する。また、回転軸 140 の下端部 140a は、特許請求の範囲における「他端部」に相当する。

【0033】

なお、回転軸 140 における下端部 140a とは、ラック 161 と噛み合うピ

ニオン 141 が形成される側の端部のことであり、上端部 140 b とは、ステアリングシャフト 120 及び自在軸継手 130、130 を介してハンドル 110 に連結される側の端部のことである（図 1 参照）。回転軸 140 の上端部 140 b は、下端部 140 a や中間部 140 c のように第 1 の軸受け 211 及び第 2 の軸受け 212 によって支持されておらず、自由端となっている。また、回転軸 140 における中間部 140 c とは、下端部 140 a と上端部 140 b との中間から、やや下端部 140 a 側寄りの位置のことである。中間部 140 c の上端部 140 b 側には、ウォームホイール 232 が結合されている。

【0034】

そして、回転軸 140 の表面には、回転軸 140 に作用する回転トルクの大きさ及び方向に応じて透磁率が変化する磁歪膜 142 A、142 B が設けられている。磁歪膜 142 A、142 B は、Ni-Fe 系合金などの磁歪材からなる膜であり、回転軸 140 における上端部 140 b と中間部 140 c との間の表面にメッキされている。

【0035】

このように構成された回転トルク検出機構 210 によれば、運転者がハンドル 110 を回転操作し、回転軸 140 に回転トルクが作用した際に、磁歪膜 142 A、142 B の透磁率の変化を検出回路 214 A、214 B で電氣的に検出することにより、回転軸 140 に作用する回転トルクの大きさ及び方向を検出することができる。

【0036】

そして、運転者がハンドル 110 を回転操作した際には、回転軸 140 には、ラックアンドピニオン機構 150 から回転軸 140 の軸方向に垂直に働く力 F_1 と、減速機構 230 から回転軸 140 の軸方向に垂直に働く力 F_2 とが加わるが、回転軸 140 の上端部 140 b は軸受けによって支持されていない自由端であるので、励磁回路 213 A、213 B 及び検出回路 214 A、214 B が配置されている回転軸 140 における上端部 140 b と中間部 140 c との間では、回転軸 140 に撓みが発生した場合でも、曲げモーメントは作用しない（図 4（a）、図 4（b）参照）。したがって、回転トルク検出機構 210 は、ラックアン

ドピニオン機構 150 から回転軸 140 の軸方向に垂直に働く力 F_1 と、減速機構 230 から回転軸 140 の軸方向に垂直に働く力 F_2 とが加わった際でも、曲げモーメントによる影響を受けないので、回転軸 140 に作用する回転トルクの大きさ及び方向を精度良く検出することができる。

【0037】

(第 2 の実施の形態)

次に、本発明に係る回転トルク検出機構の第 2 の実施の形態について、図 5 を参照して説明する。なお、第 2 の実施の形態に係る回転トルク検出機構は、特許請求の範囲における請求項 2 に記載の回転トルク検出機構に相当する。参照する図面において、図 5 は、第 2 の実施の形態に係る回転トルク検出機構 260 を示す図であり、図 2 における A-A 線断面図である。

【0038】

図 5 に示す回転トルク検出機構 260 は、回転軸 140 の上端部 140b の周囲に、上端部 140b と摺動自在に弾性体であるオイルシール 261 を配置したことが、図 3 に示した第 1 の実施の形態に係る回転トルク検出機構 210 と異なる。なお、前記した第 1 の実施の形態と同一の部分については、同じ符号を付して詳細な説明を省略する。

【0039】

図 5 に示すように、回転軸 140 の上端部 140b の周囲に、上端部 140b と摺動自在に弾性体であるオイルシール 261 を配置すると、回転軸 140 の曲げ剛性が低下し、回転軸 140 の曲げ共振周波数が回転トルク検出機構 260 の検出周波数範囲まで低下した場合でも、オイルシール 261 が回転軸 140 の上端部 140b と接触することによって、回転軸 140 に生じる曲げ共振を減衰させることができる。そのため、回転トルク検出機構 260 は、回転軸の 140 の剛性が低下し、回転軸 140 の曲げ共振周波数が低下した場合でも、回転軸に生じる曲げ共振による曲げモーメントの増大を抑制することができるので、過大なトルク検出信号を出力することはない。したがって、回転軸 140 に作用する回転トルクの大きさ及び方向を精度良く検出することができる。

【0040】

(第3の実施の形態)

次に、回転トルク検出機構の第3の実施の形態について、図6を参照して詳しく説明する。なお、第3の実施の形態に係る回転トルク検出機構は、特許請求の範囲における請求項3に記載の回転トルク検出機構に相当する。参照する図面において、図6は、第3の実施の形態に係る回転トルク検出機構270を示す図であり、図2におけるA-A線断面図である。

【0041】

図6に示す回転トルク検出機構270は、回転軸140の上端部140bの周囲に、上端部140bと所定の隙間dを隔ててすべり軸受け271を配置したことが、図3に示した第1の実施の形態に係る回転トルク検出機構210と異なる。なお、前記した第1の実施の形態と同一の部分については、同じ符号を付して詳細な説明を省略する。

【0042】

図6に示すように、回転軸140の上端部140bの周囲に、所定の隙間dを隔ててすべり軸受け271を配置すると、外部から回転軸140に軸方向に垂直に働く力が過大に加わり、回転軸140がその軸方向に所定の隙間d以上撓もうとした場合でも、回転軸140をすべり軸受け271によって支持することができる。したがって、回転トルク検出機構270は、回転軸140がその軸方向に所定の隙間d以上撓むことがないので、回転軸140が塑性変形するのを防止することができる。

【0043】

(第4の実施の形態)

次に、本発明に係る回転トルク検出機構の第4の実施の形態について、図7を参照して説明する。参照する図面において、図7は、第4の実施の形態に係る回転トルク検出機構280を示す図であり、図2におけるA-A線断面図である。

【0044】

図7に示す回転トルク検出機構280は、回転軸140の上端部140bと、回転軸140のウォームホイール232が結合される部分140dとの間に、回転軸140を回転自在に支持する第3の軸受け281を配置したことが、図3に

示した第1の実施の形態に係る回転トルク検出機構210と異なる。第3の軸受け281はウォームホイール232の近傍に配置されることが望ましい。また、前記した第1の実施の形態と同一の部分については、同じ符号を付して詳細な説明を省略する。

【0045】

図7に示すように、回転軸140の上端部140bと、回転軸140のウォームホイール232が結合される部分140dとの間に、第3の軸受け281を配置すると、減速機構230から回転軸140の中間部140cに外力が加わった際に、上端部140bと回転軸140の第3の軸受け281に支持される部分140eとの間では、曲げモーメントが作用しない。したがって、回転トルク検出機構280は、減速機構230から回転軸140のウォームホイール232が結合される部分140dに外力が加わった際でも、曲げモーメントによる影響を受けないので、回転軸140に作用する回転トルクの大きさ及び方向を精度良く検出することができる。

【0046】

(第5の実施の形態)

次に、本発明に係る回転トルク検出機構の第5の実施の形態について、図8、図9及び図10を参照して説明する。なお、第5の実施の形態に係る回転トルク検出機構は、特許請求の範囲における請求項4に記載の回転トルク検出機構に相当する。参照する図面において、図8は、第5の実施の形態に係る回転トルク検出機構290を示す図であり、図2におけるA-A線断面図である。また、図9は回転軸140の横断面図であり、回転軸140の表面に形成された磁歪膜142A、142Bの偏心（膜厚のばらつき）を表わしている。なお、図9では、説明の便宜上、磁歪膜142A、142Bの偏心を誇張して表わしている。また、図10は、磁歪膜142A、142Bの厚さと回転トルク検出機構210の検出感度との関係、及び磁歪膜142A、142Bの厚さと運転者の操舵フィーリングとの関係を示すグラフである。

【0047】

図8に示す回転トルク検出機構290は、図11に示した従来の回転トルク検

出機構 300 と同様に、回転軸 310 の上端部 140b (図 11 では上端部 310a) を、軸受け 291 (図 11 では軸受け 350) で支持している点と、磁歪膜 142A, 142B の厚さを $30\mu\text{m}$ とした点が、図 3 に示した第 1 の実施の形態に係る回転トルク検出機構 210 と異なる。なお、前記した第 1 の実施の形態と同一の部分については、同じ符号を付して詳細な説明を省略する。

【0048】

一般に、回転軸 140 の表面にメッキされた磁歪膜 142A, 142B の膜厚は、回転軸 140 の回転方向において、多少のばらつきが生じている (図 9 (a) 参照)。そのため、回転軸 140 の軸方向に垂直に働く力によって、回転軸 140 の一方向に曲げモーメントが作用している状態で、回転軸 140 を回転させると (図 9 の例では、(a)、(b)、(c) の順に、時計回りに回転させている)、回転軸 140 の中立面を中心に、磁歪膜 142A, 142B には圧縮と引っ張りの歪みが発生する。なお、中立面とは、曲げモーメントが作用しても圧縮も引っ張りも受けない面のことである。

【0049】

そして、磁歪膜は、一般に「圧縮歪み」又は「引っ張り歪み」の一方が発生した場合にのみ透磁率を変化させるので、例えば、回転軸 140 の軸方向に垂直に働く力によって、回転軸 140 の一部に「圧縮歪み」が発生している場合には、回転軸 140 を図 9 において、(a)、(b)、(c) の順に回転させると、透磁率は磁歪膜 142A, 142B の膜厚が最も厚い (c) のときに最も大きくなり、逆に、磁歪膜 142A, 142B の膜厚が最も薄い (a) の時に最も小さくなる。すなわち、磁歪膜 142A, 142B の透磁率の大きさは、回転軸 140 の回転位置により変動する。

【0050】

ここで、磁歪膜 142A, 142B の膜厚を $30\mu\text{m}$ 以下にすると、磁歪膜 142A, 142B の偏心に起因して回転軸 140 の回転位置による磁歪膜の透磁率が変動しても、磁歪膜 142A, 142B の厚さが十分薄く形成されているため、例えば、運転者がステアリングを一定の力で操舵している場合に、磁歪膜 142A, 142B の膜厚差に起因する検出トルクの変動を十分に抑えることがで

きる。したがって、この回転トルク検出機構 290 を備えた車両の電動パワーステアリング装置 200（図 1 参照）によれば、運転時における運転者の操舵感（操舵フィーリング）を良好なレベルに保つことができる。（図 10 参照）。

【0051】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこのような実施の形態にのみ限定されるものではなく、本発明の技術的思想に基づく限りにおいて、種々の変形が可能である。

【0052】

例えば、本実施の形態に係る回転トルク検出機構は、回転軸 140（図 1 参照）に補助トルクを付加するように構成されたピニオンアシスト式の電動パワーステアリング装置に適用することを想定しているが、ラック軸 160（図 1 参照）に補助トルクを付加するように構成するラックアシスト式の電動パワーステアリング装置に適用することもできる。

【0053】

【発明の効果】

以上、詳細に説明したように、本発明の請求項 1 に記載の回転トルク検出機構によれば、外部から回転軸に対して垂直に働く力が加わった際でも、曲げモーメントによる影響を受けないので、回転軸に作用する回転トルクの大きさ及び方向を精度良く検出することができる。

【0054】

また、本発明の請求項 2 に記載の回転トルク検出機構によれば、回転軸の剛性が低下し回転軸の曲げ共振周波数が低下した場合でも、回転軸に生じる曲げ共振による曲げモーメントの増大を抑制することができるので、過大なトルク検出信号を出力することはない。したがって、回転軸に作用する回転トルクの大きさ及び方向を精度良く検出することができる。

【0055】

また、本発明の請求項 3 に記載の回転トルク検出機構によれば、回転軸がその軸方向に所定の隙間以上撓むことがないので、回転軸が塑性変形するのを防止することができる。

【0056】

本発明の請求項4に記載の回転トルク検出機構によれば、検出トルクの変動を十分に抑えることができる。したがって、この回転トルク検出機構を車両の電動パワーステアリング装置に適用した場合、運転時における運転者の操舵感（操舵フィーリング）を良好なレベルに保つことができる。

【0057】

本発明の請求項5に記載の電動パワーステアリング装置によれば、運転者がステアリングホイールを回転操作した際に、車両のステアリング系に作用する回転トルクの大きさ及び方向を精度良く検出することができる。その結果、運転者の操舵感（操舵フィーリング）を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】**【図1】**

車両のステアリング系100と、ステアリング系100に設けられた電動パワーステアリング装置200とを模式的に示した図である。

【図2】

図1に示した電動パワーステアリング装置200を示す部分破断断面図である。

【図3】

第1の実施の形態に係る回転トルク検出機構210を示す図であり、図2におけるA-A線断面図である。

【図4】

(a)は、回転軸140に力F1、F2を加えた際に回転軸140に生じた撓みを模式的に示す図であり、(b)は、そのときに回転軸140に作用する曲げモーメントを示す曲げモーメント線図である。

【図5】

第2の実施の形態に係る回転トルク検出機構260を示す図であり、図2におけるA-A線断面図である。

【図6】

第3の実施の形態に係る回転トルク検出機構270を示す図であり、図2にお

ける A-A 線断面図である。

【図 7】

第 4 の実施の形態に係る回転トルク検出機構 280 を示す図であり、図 2 における A-A 線断面図である。

【図 8】

第 5 の実施の形態に係る回転トルク検出機構 290 を示す図であり、図 2 における A-A 線断面図である。

【図 9】

回転軸 140 の横断面図であり、回転軸 140 の表面に形成された磁歪膜 142 A, 142 B の偏心（膜厚のばらつき）を表わしている。

【図 10】

磁歪膜 142 の厚さと回転トルク検出機構 210 の検出感度との関係、及び磁歪膜 142 の厚さと運転者の操舵フィーリングとの関係を示すグラフである。

【図 11】

従来の電動パワーステアリング装置に含まれる回転トルク検出機構 300 を示す断面図である。

【図 12】

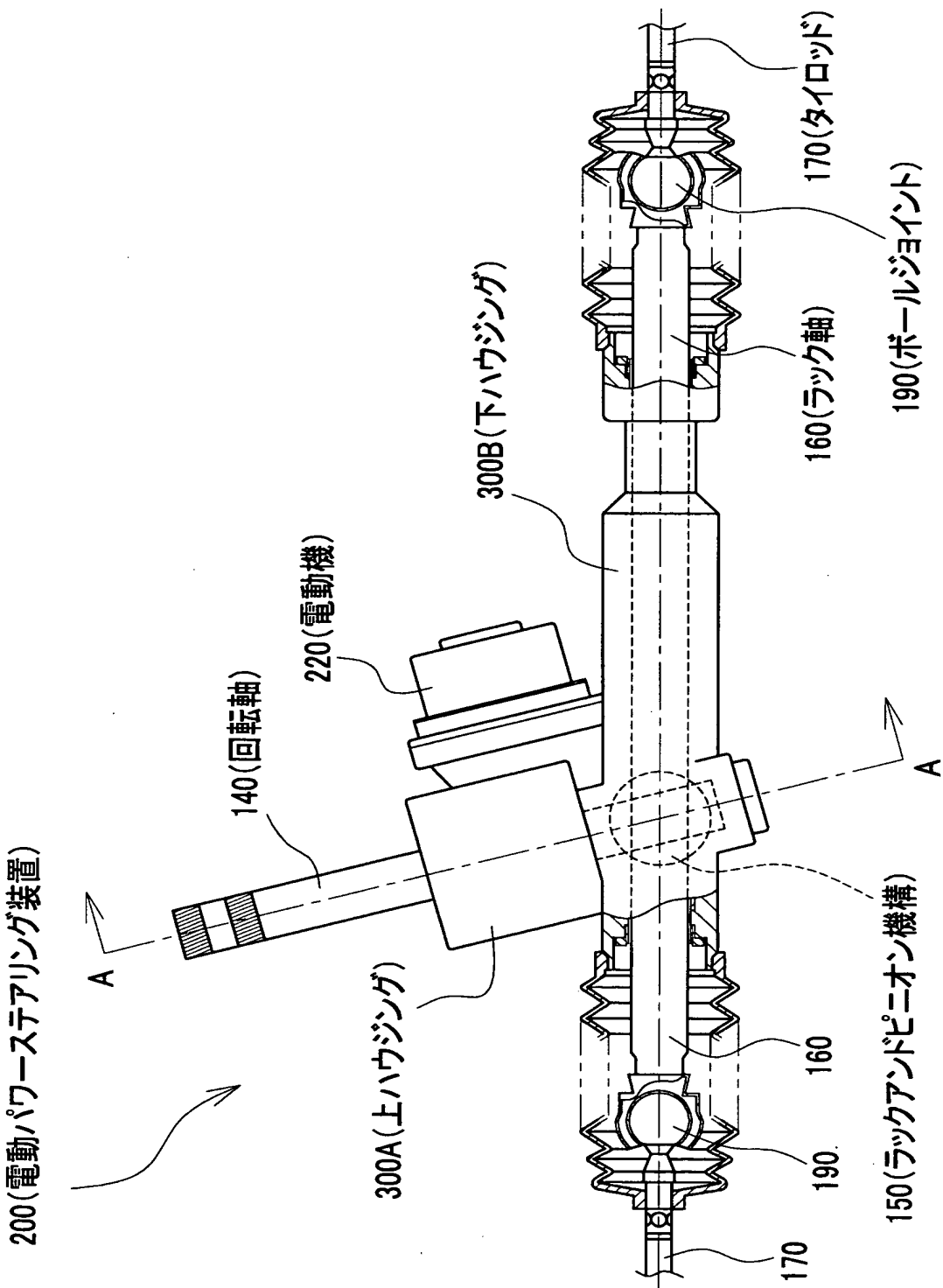
(a) は、回転軸 310 に力 F1, F2 を加えた際に回転軸 310 に生じた撓みを模式的に示す図であり、(b) は、そのときに回転軸 310 に作用する曲げモーメントを示す曲げモーメント線図である。

【符号の説明】

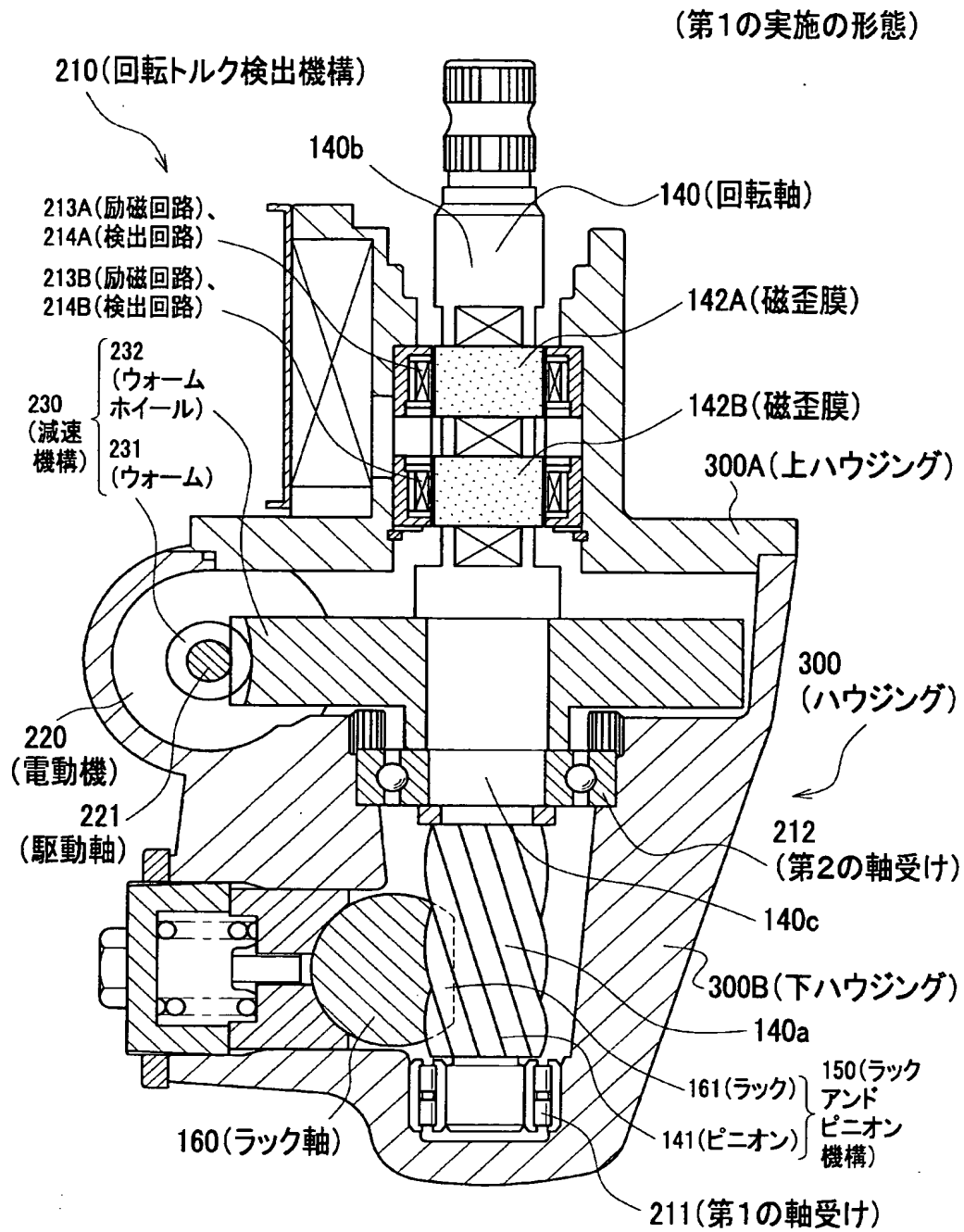
- 100 ステアリング系
- 110 ステアリングホイール（ハンドル）
- 120 ステアリングシャフト（シャフト）
- 130 自在軸継手
- 140 回転軸
- 141 ピニオン
- 142 A, 142 B 磁歪膜
- 150 ラックアンドピニオン機構

1 6 0	ラック軸
1 6 1	ラック
1 7 0	タイロッド
1 8 0	ナックル
1 9 0	ボールジョイント
W	前輪
2 0 0	電動パワーステアリング装置
2 1 0	回転トルク検出機構
2 1 1	第 1 の軸受け
2 1 2	第 2 の軸受け
2 1 3 A, 2 1 3 B	励磁回路
2 1 4 A, 2 1 4 B	検出回路
2 2 0	電動機
2 3 0	減速機構
2 3 1	ウォーム
2 3 2	ウォームホイール
2 4 0	制御部
2 5 0	ハウジング

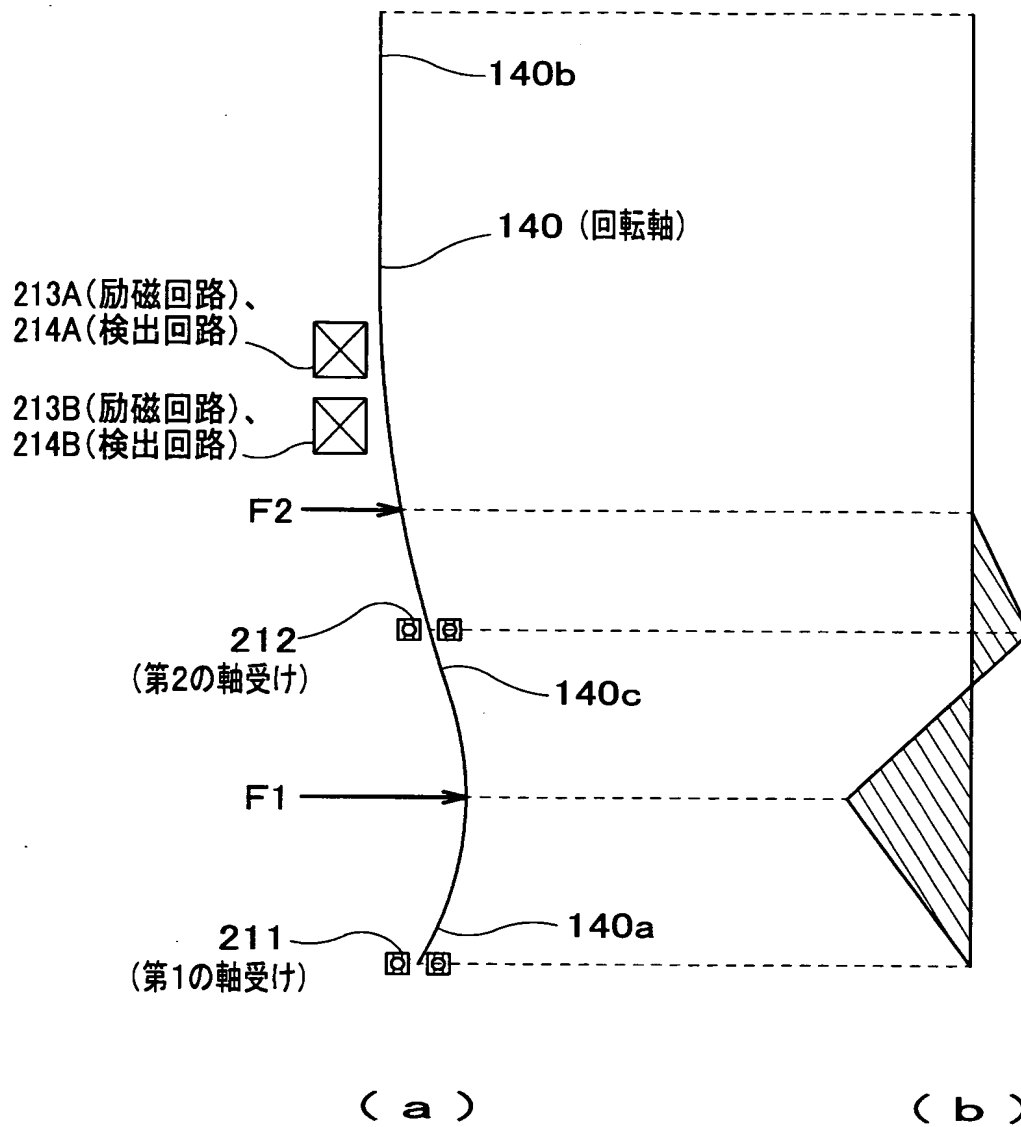
【図 2】



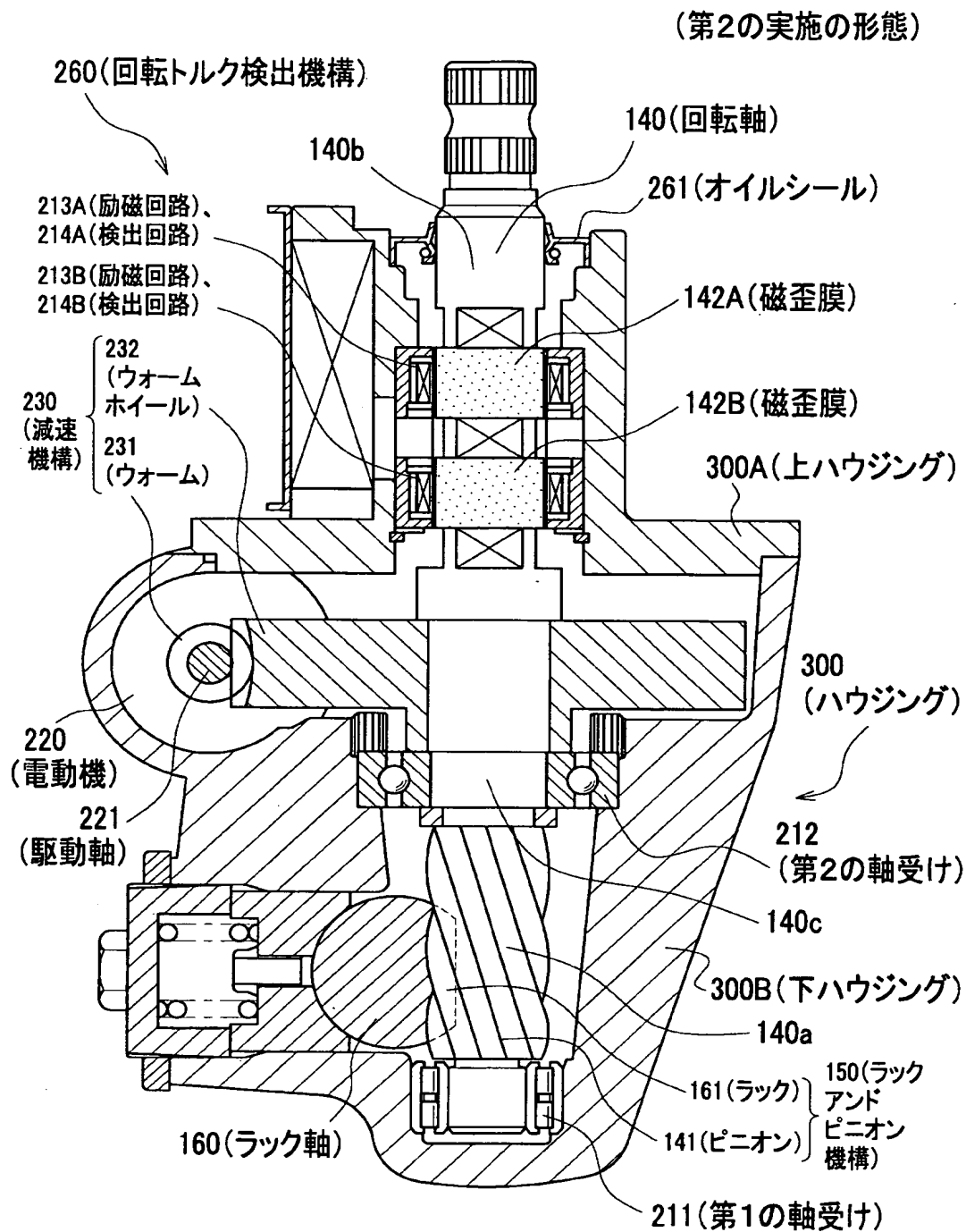
【図 3】



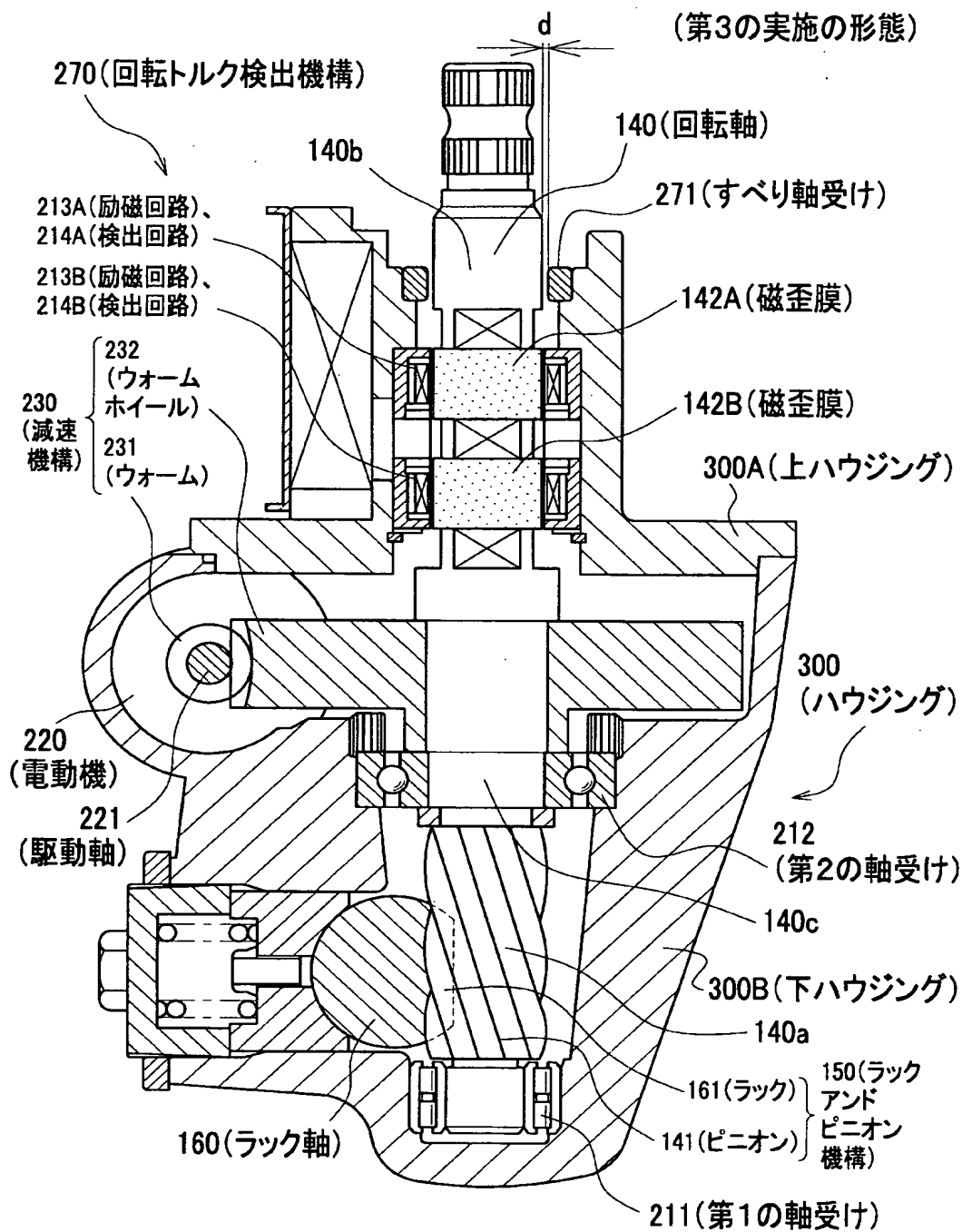
【図 4】



【図 5】

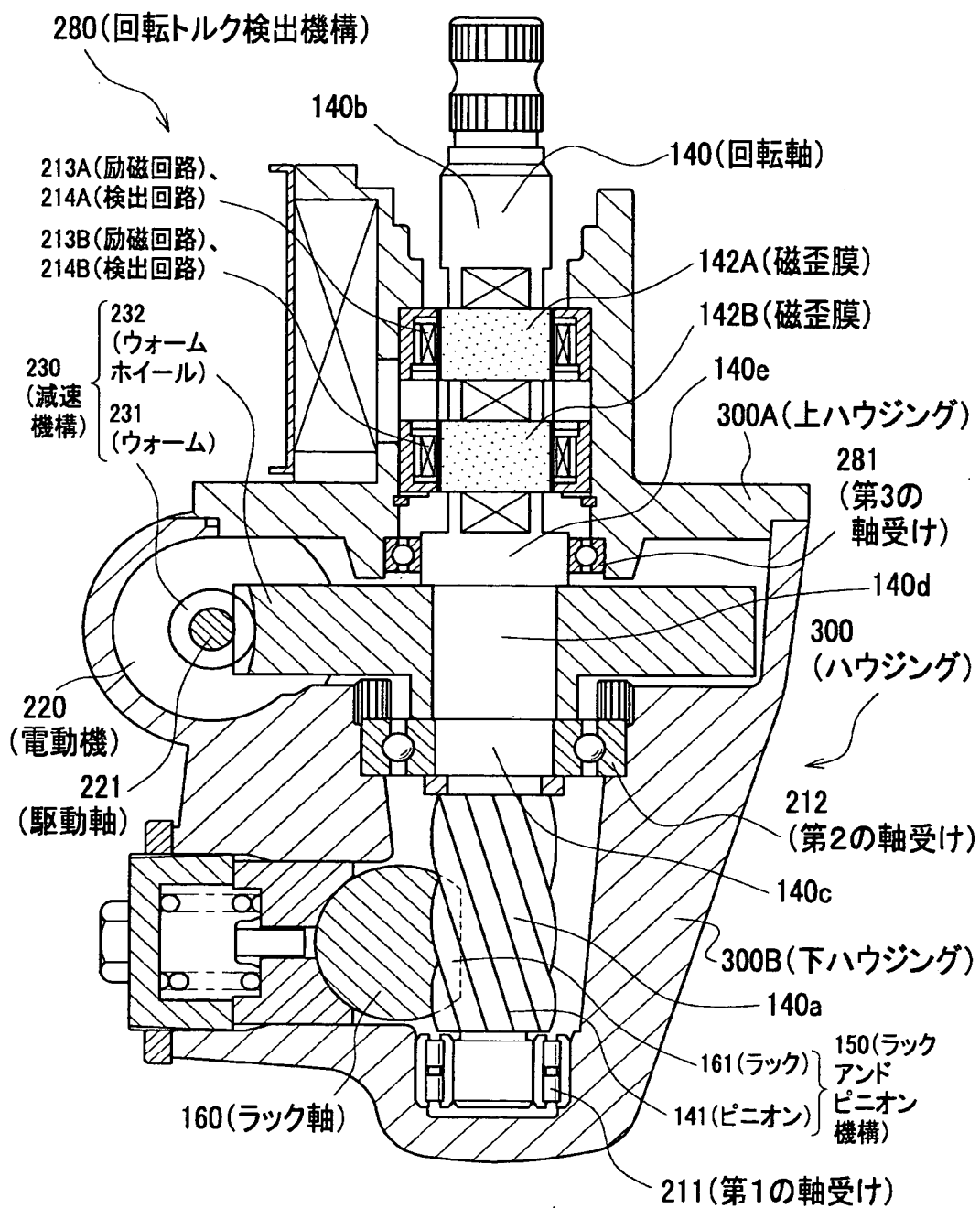


【図 6】



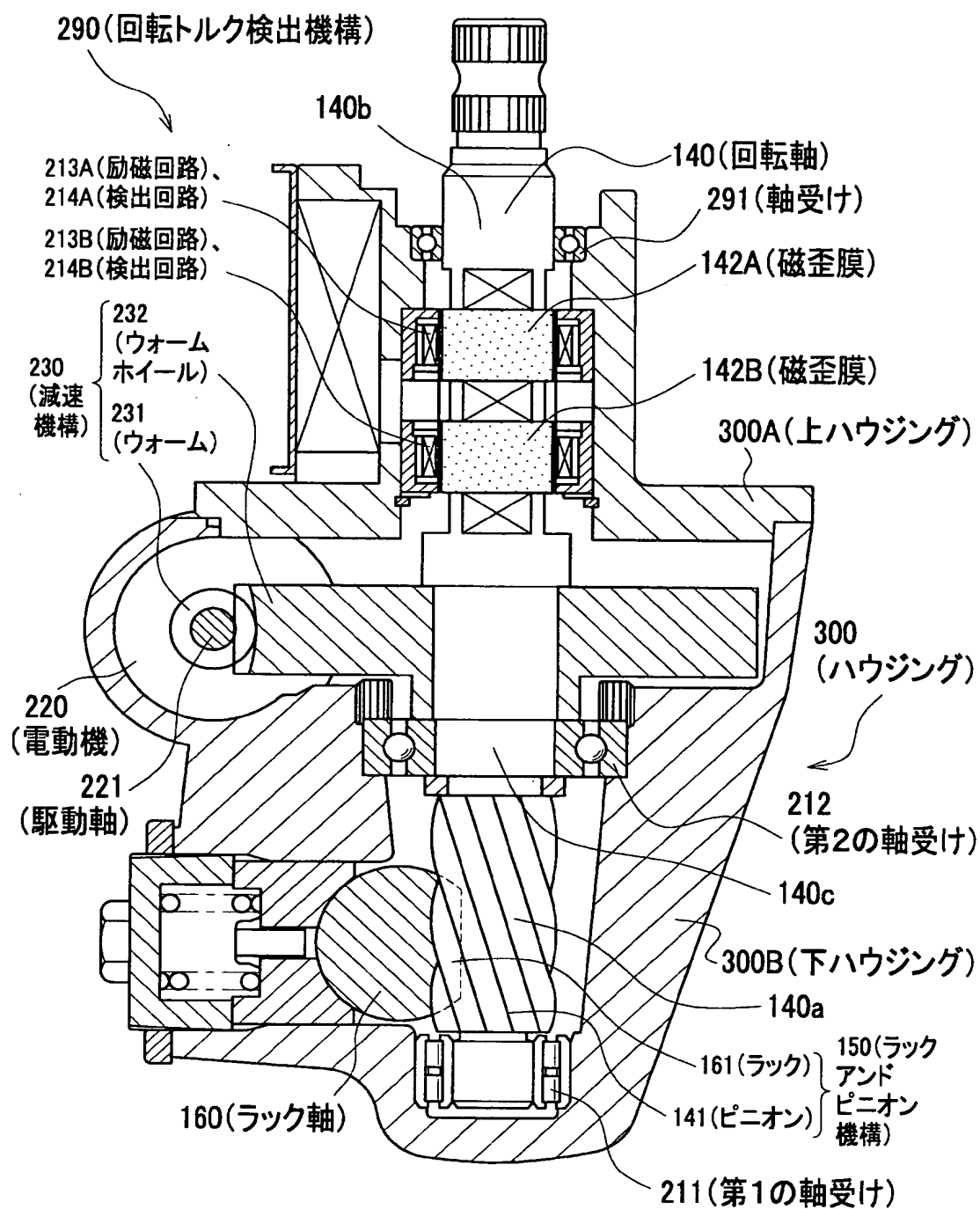
【図 7】

(第4の実施の形態)

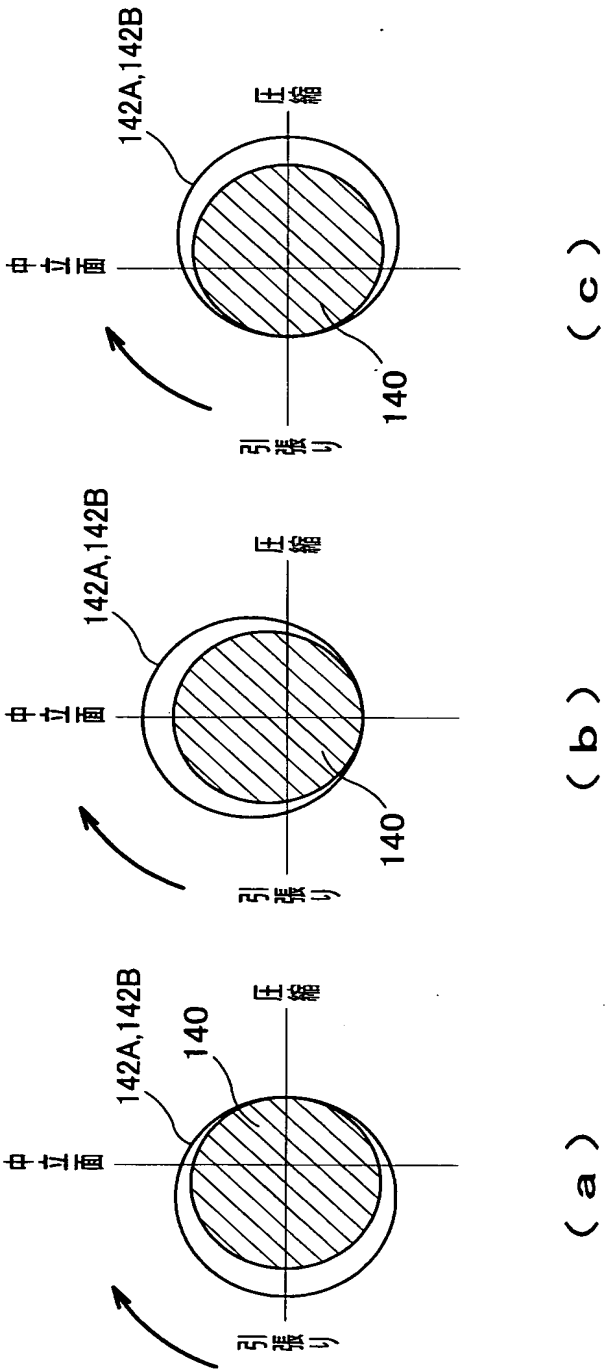


【図 8】

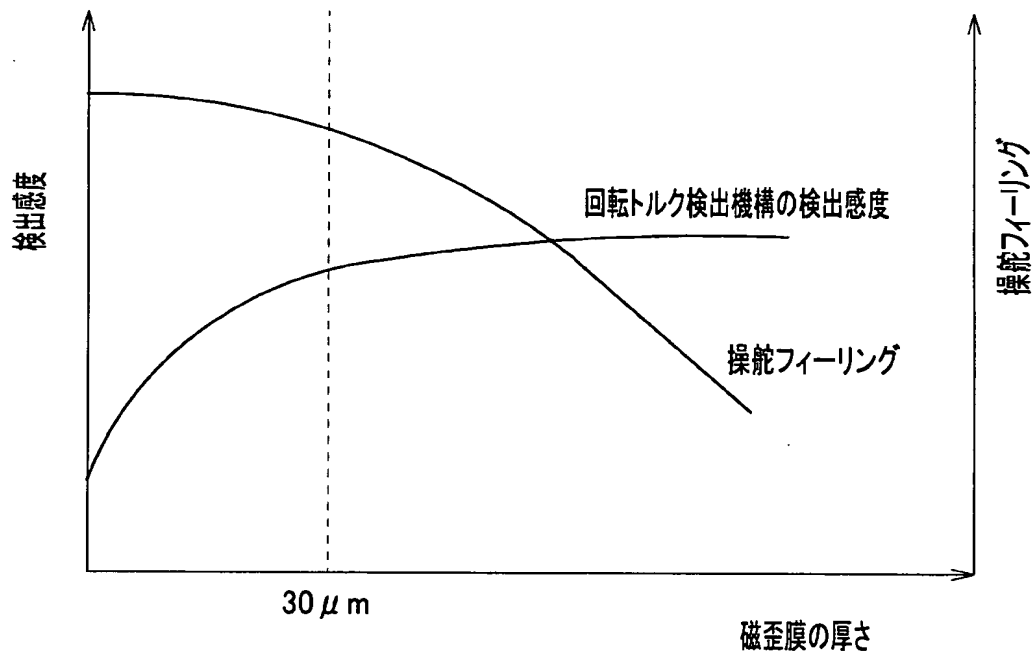
(第5の実施の形態)



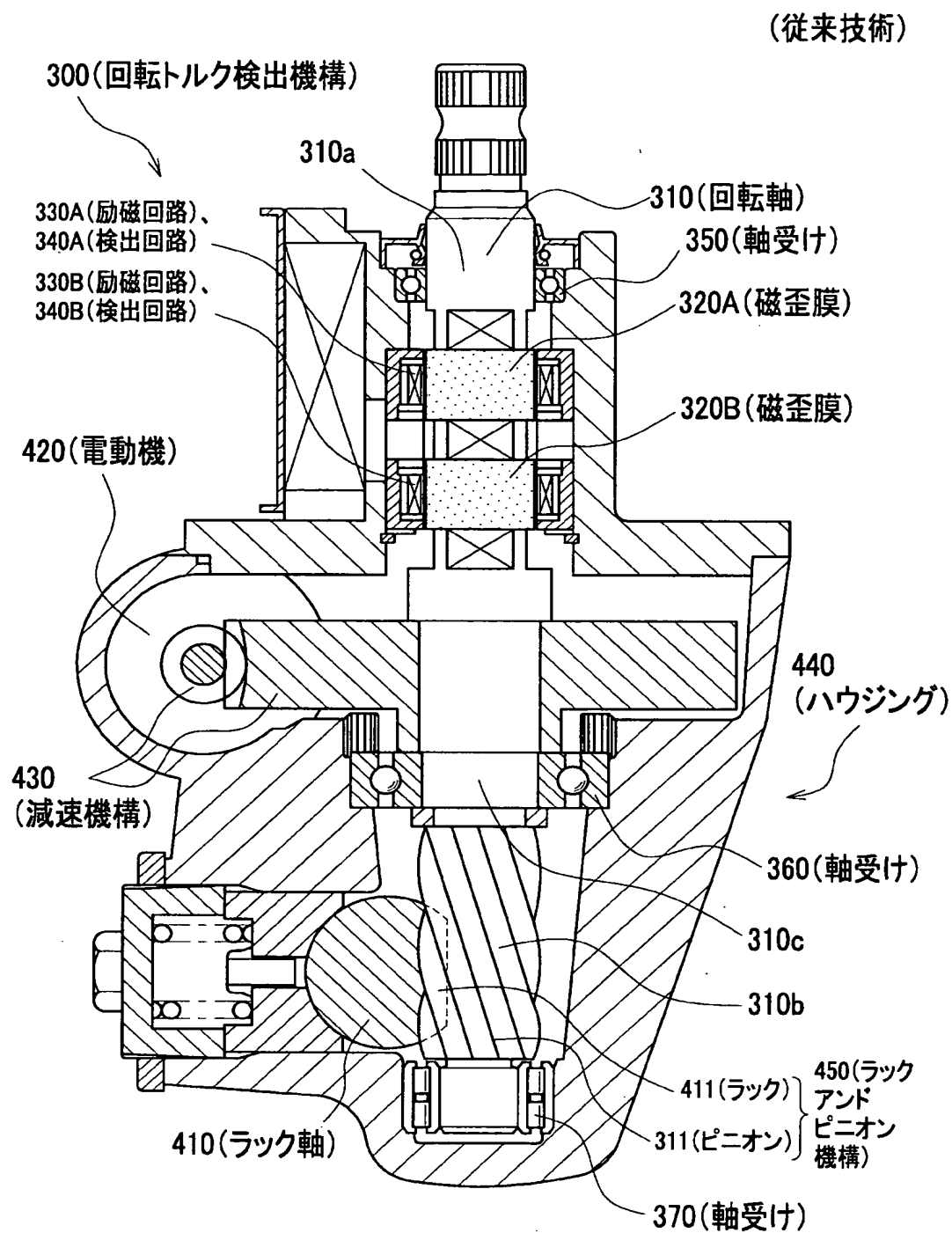
【図 9】



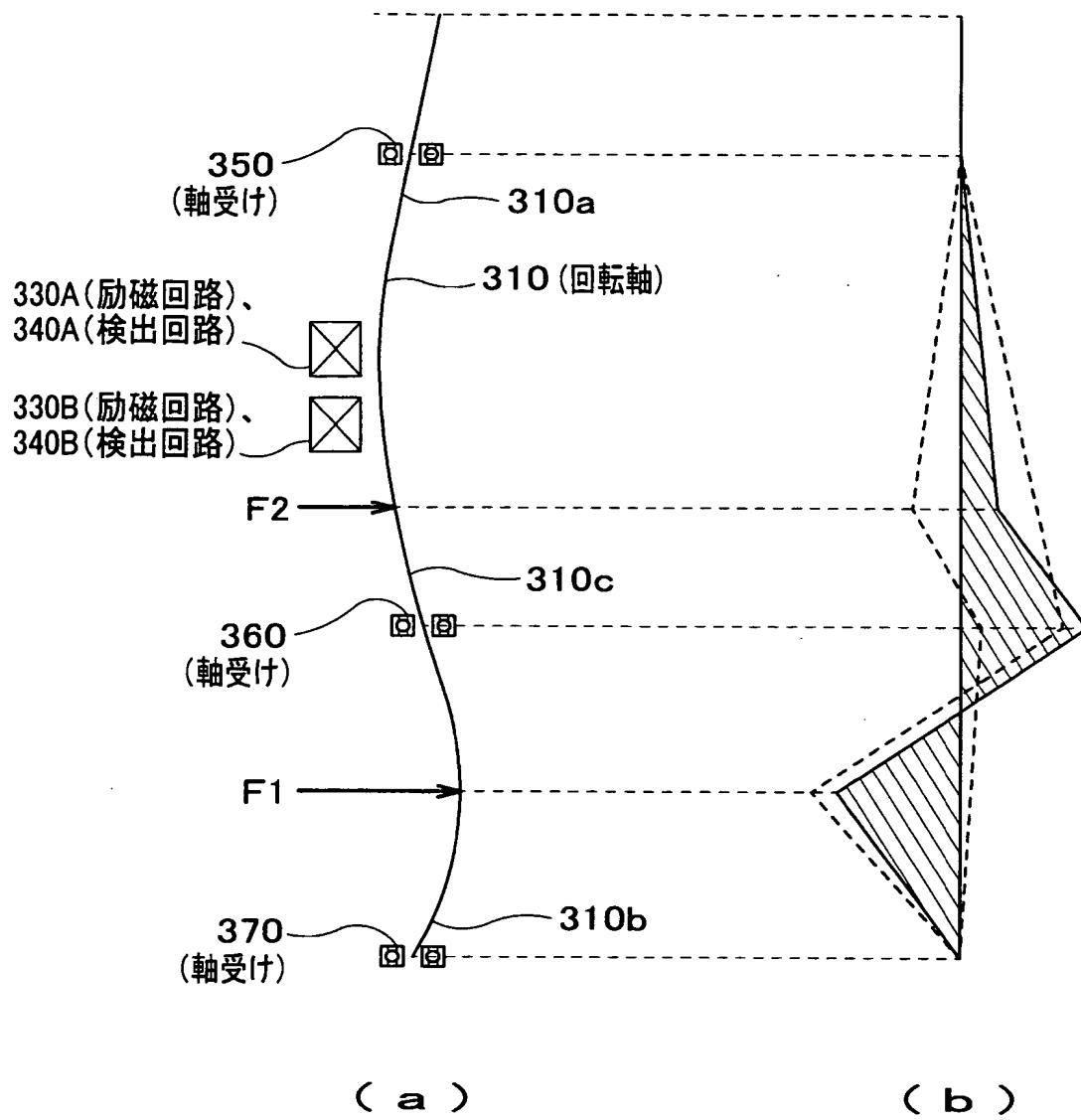
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 回転軸に作用する回転トルクの大きさ及び方向を精度良く検出することができる回転トルク検出機構を提供する。

【解決手段】 回転トルク検出機構 210 は、図示しないステアリングシャフト及び自在軸継手を介してハンドル（図示せず）に連結される回転軸 140 と、回転軸 140 の下端部 140 a を回転自在に支持する第 1 の軸受け 211 と、回転軸 140 の中央部 140 c を回転自在に支持する第 2 の軸受け 212 と、磁歪膜 142 A, 142 B に交流電圧を印加して磁歪膜 142 A, 142 B を励磁する励磁回路 213 A, 213 B と、磁歪膜 142 A, 142 B の透磁率の変化を電気的に検出する検出回路 214 A, 214 B とを備えて構成されている。回転軸 140 の上端部 140 b は、下端部 140 a や中間部 140 c のように軸受け 211, 212 によって支持されておらず、自由端となっている。

【選択図】 図 3

特願 2 0 0 3 - 0 3 3 7 3 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 3 2 6]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 9 月 6 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号

氏 名

本田技研工業株式会社